

Mayo
28

Medellín



1^{ER} SEMINARIO IBEROAMERICANO CIGRÉ - SIAC 2018

Nuevos horizontes del sector eléctrico
y retos para Colombia

Mayo
29

Colombia

Invita:



Organiza:



Miembros CIGRÉ



Integración de Fuentes Renovables a la Operación del Sistema en Colombia



Carlos Mario Correa
Especialista Nuevas Tendencias Operativas - XM

Contenido



Contexto Internacional



Transformación del sector eléctrico

5

- Desde 2012 más del 50% de la capacidad nueva de generación mundial corresponde a fuentes renovables

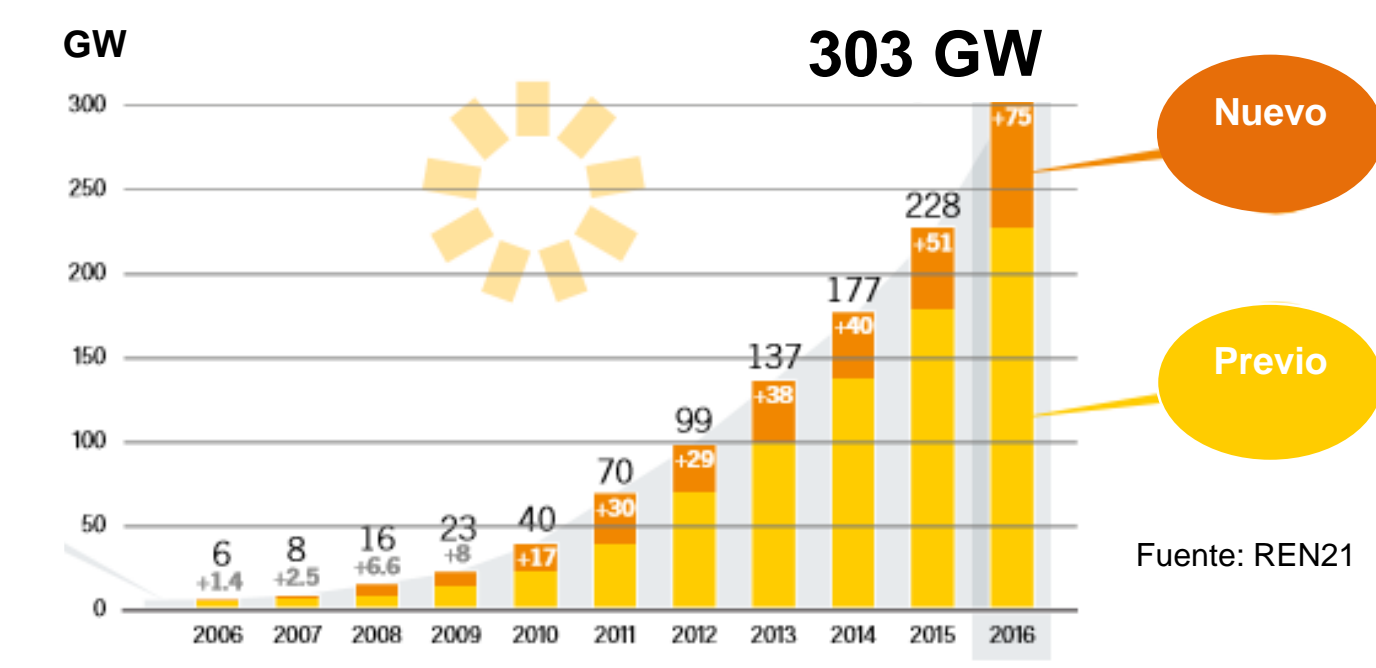
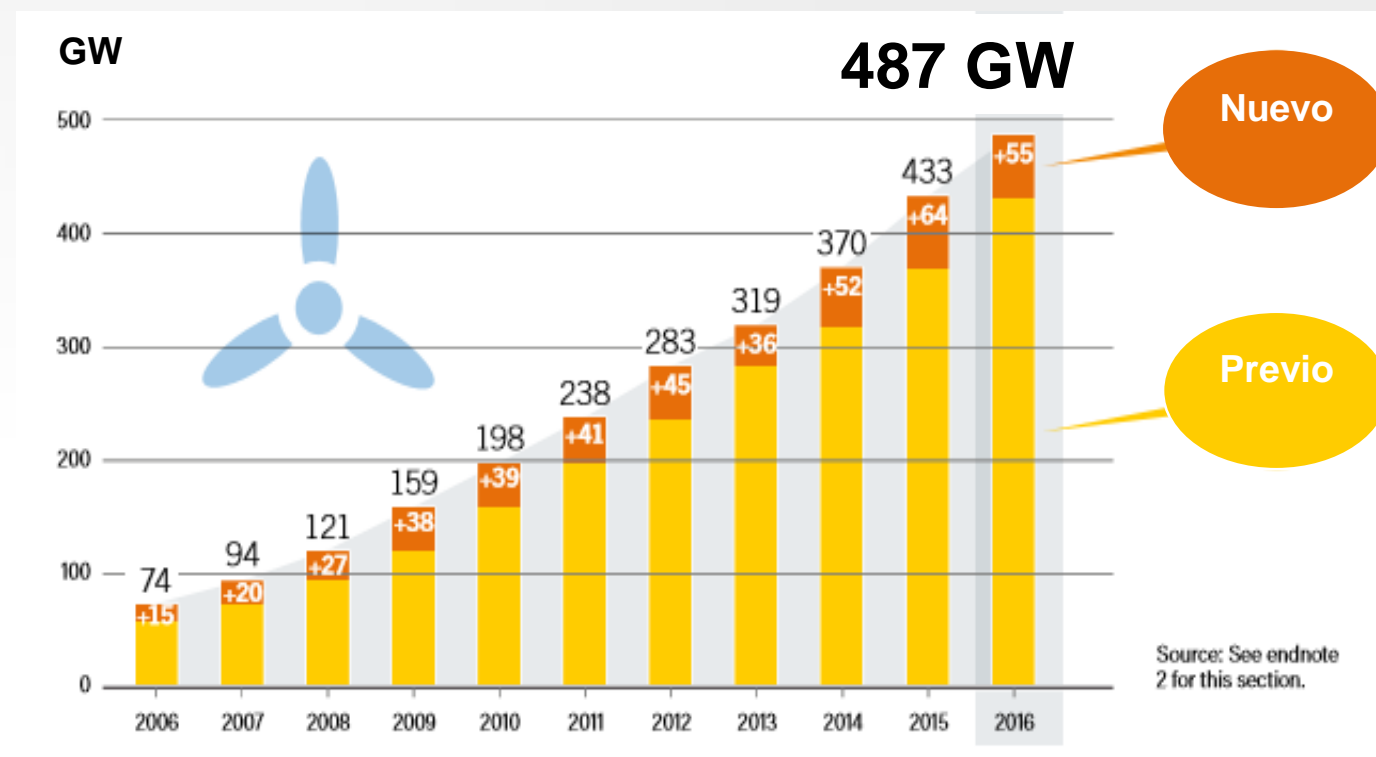
- Para 2017, la capacidad mundial de fuentes renovables era de 2200 GW (el doble de 2006)

- Las inversiones globales para 2016 fueron USD250 billones (80% en proyectos eólicos y solares)

- Para 2016 la solar fotovoltaica creció un 32% frente a 2015 y la eólica un 12%

- En Alemania, España o Irlanda la participación de las FERNC está entre el 20% y el 25%, en Dinamarca por encima del 40% (2017)

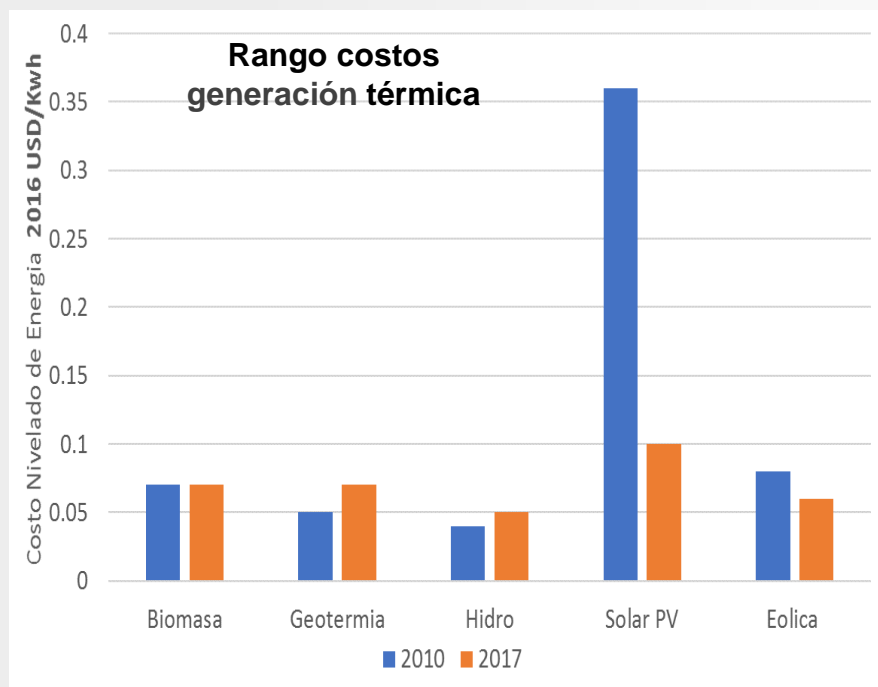
- En Uruguay la participación de las FERNC está alrededor del 32% y en Chile alrededor del 15% (2017)



Transformación del sector eléctrico

Costos

Promedio Ponderado Global del Costo Nivelado de Energía- Proyectos Instalados en 2010 y 2017



Tras años de continuo decrecimiento en sus costos las FERNC se han convertido en alternativas competitivas



Tecnología

Acelerada penetración de sensores, elementos de comunicación, manejar altos volúmenes de datos, analítica avanzada, Inteligencia artificial

Políticas

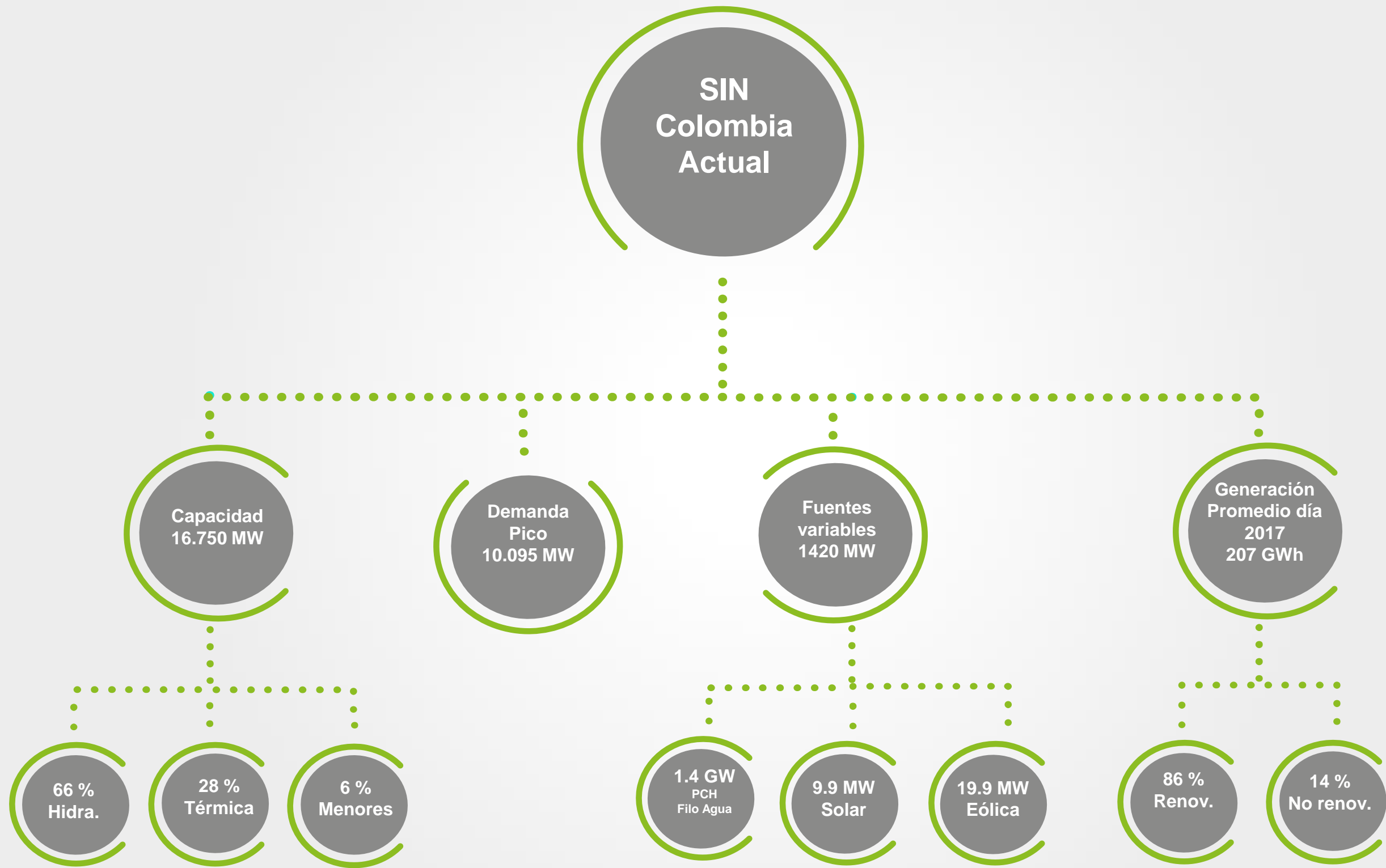
Para alcanzar las metas del acuerdo de París se requiere una reducción del 85% en la intensidad de carbono del sector energético, solo posible con un sistema eléctrico más limpio

164 países han establecido metas para reducción de emisiones de gases efecto invernadero

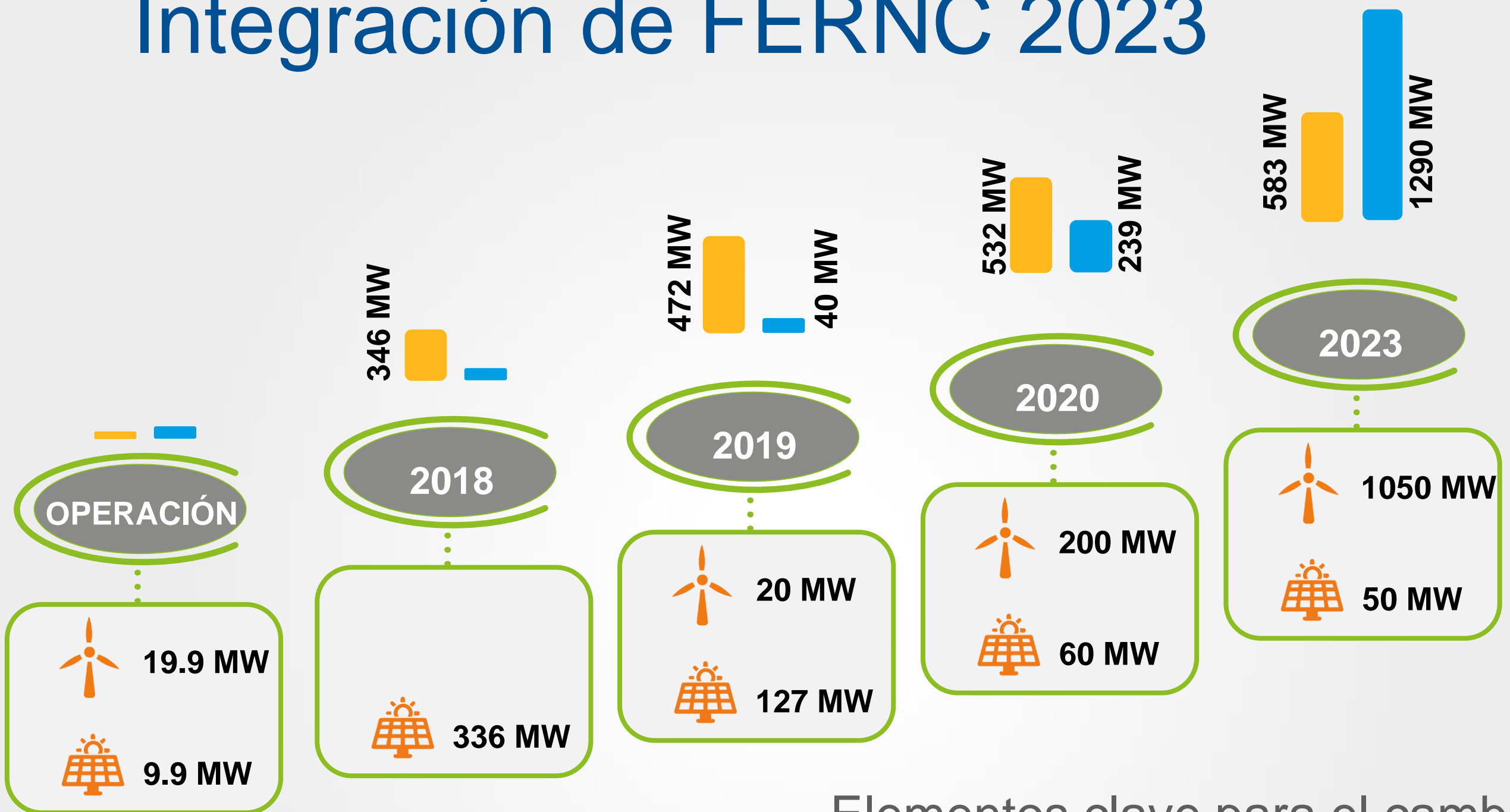
En Colombia



El Sistema Eléctrico Colombiano



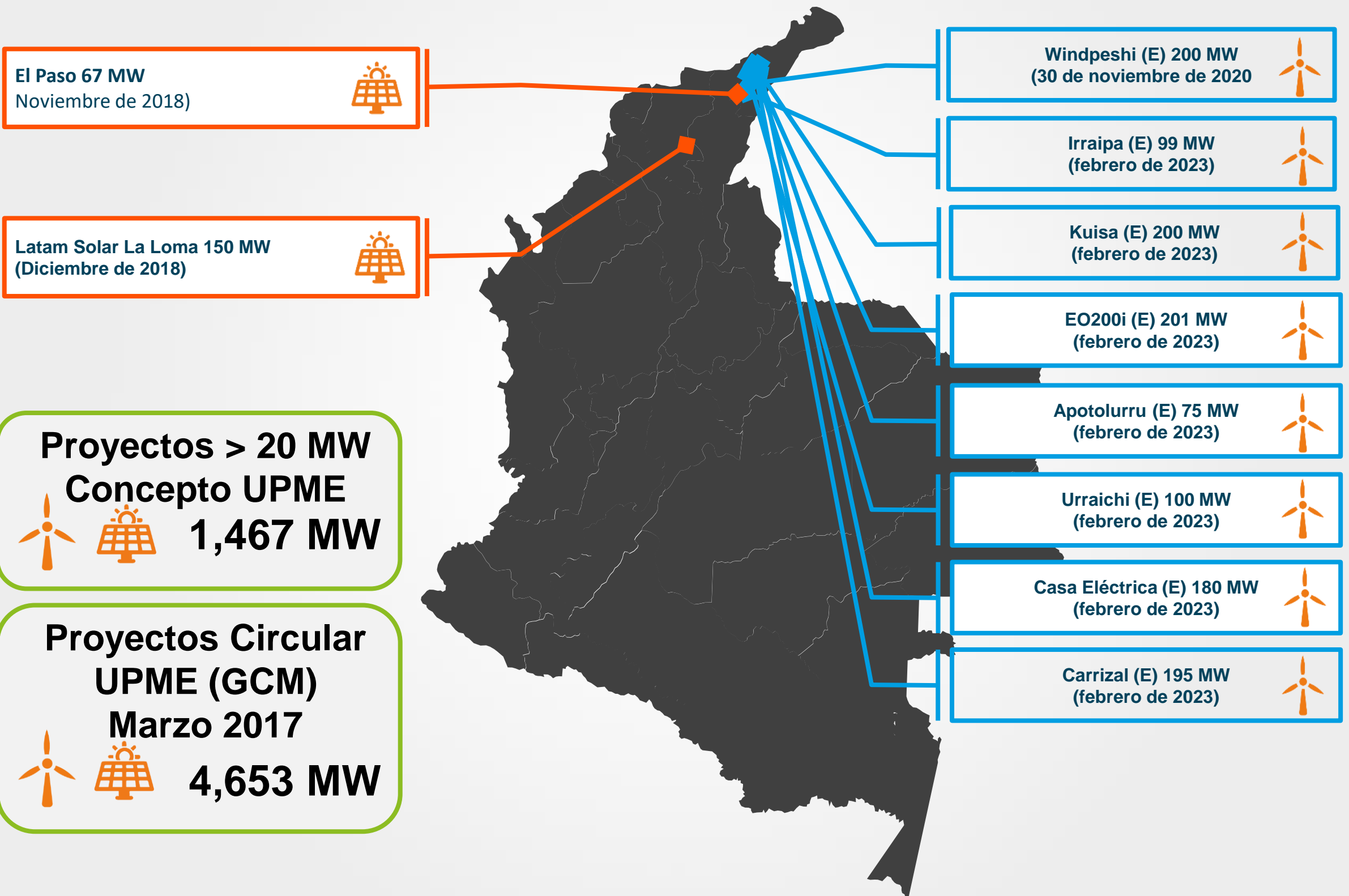
Integración de FERNC 2023



Elementos clave para el cambio

- Ley 1715
- Res. CREG 167 y 201-2017: Metodología Cálculo de ENFICC
 - Res. 030 de 2018 Generación Distribuida
- Decreto del Ministerio de Minas y Energía (MME) 0570 del 23 de marzo de 2018
 - Convocatoria UPME 06 -2017 Colectora 500kV
 - Actualización Código de Redes

Integración de FERNC 2023 > 20 MW



Transformación del sistema eléctrico colombiano



Costos

Costos competitivos que permiten la integración de FRNC y DER al sistema



Tecnología

AMI
Sensores
WAMPAC
Comunicaciones



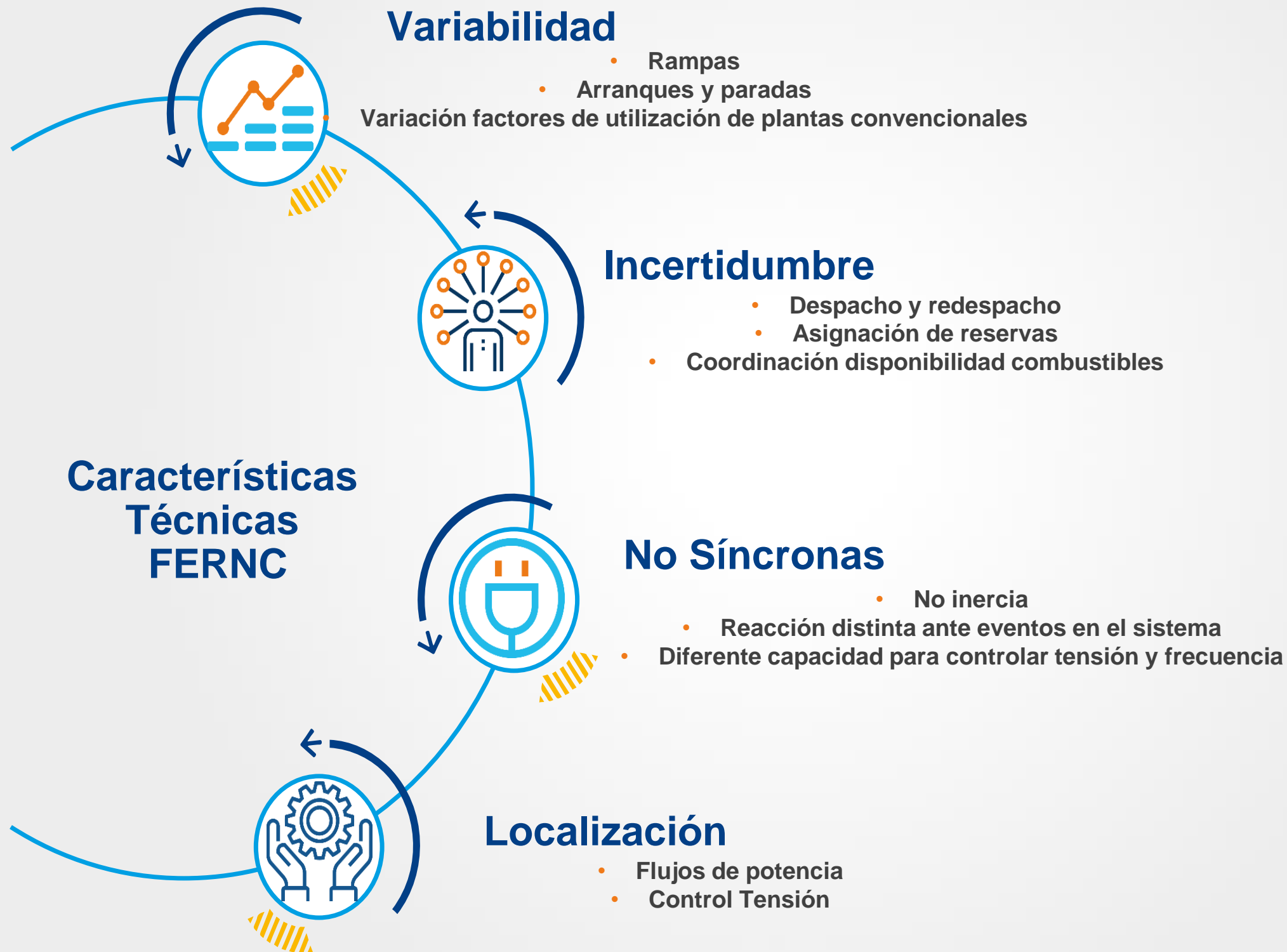
Políticas

COP21: Colombia se comprometió a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030.

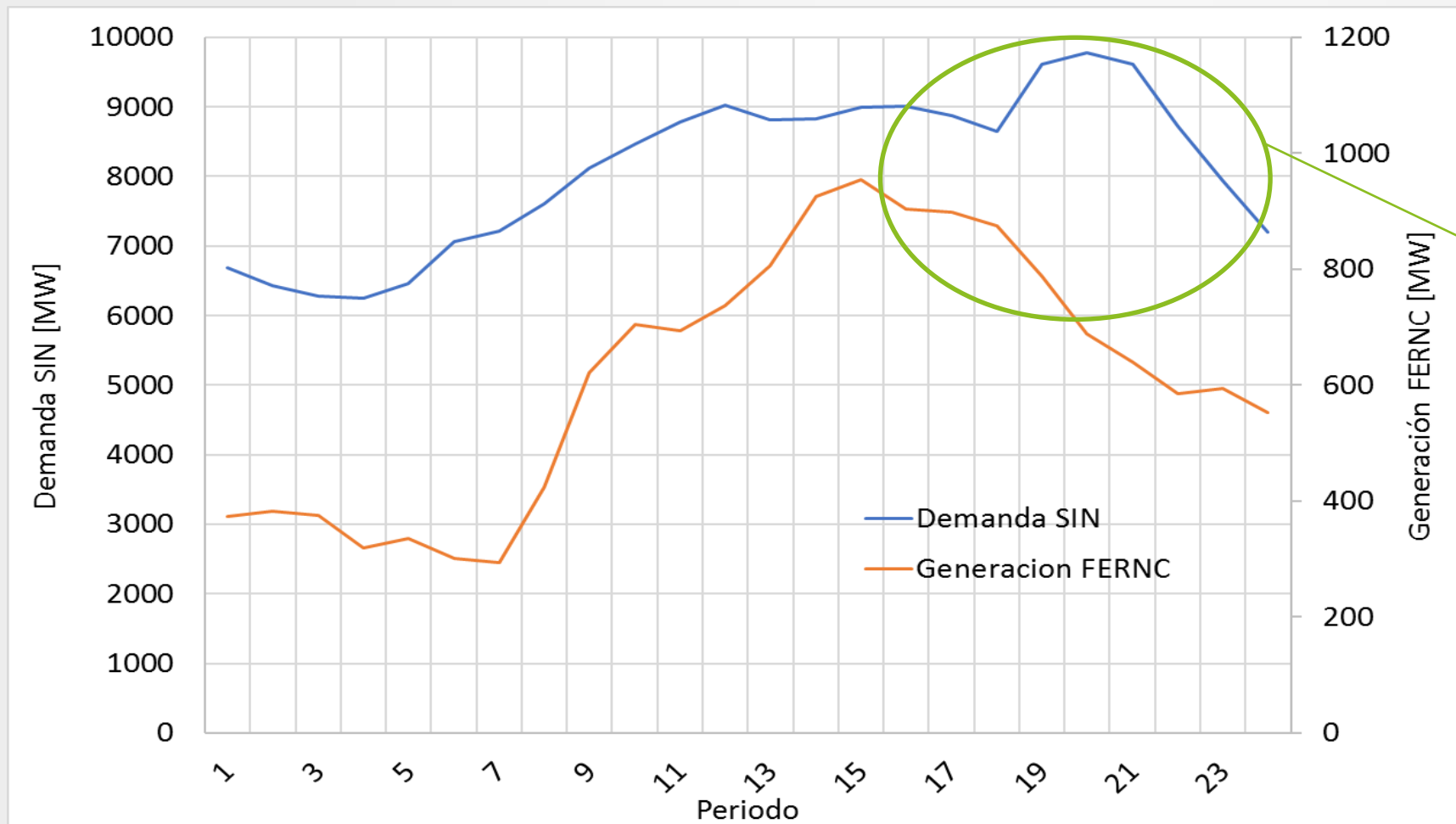
Los retos para la operación



Impactos Operativos FERNC



Variabilidad

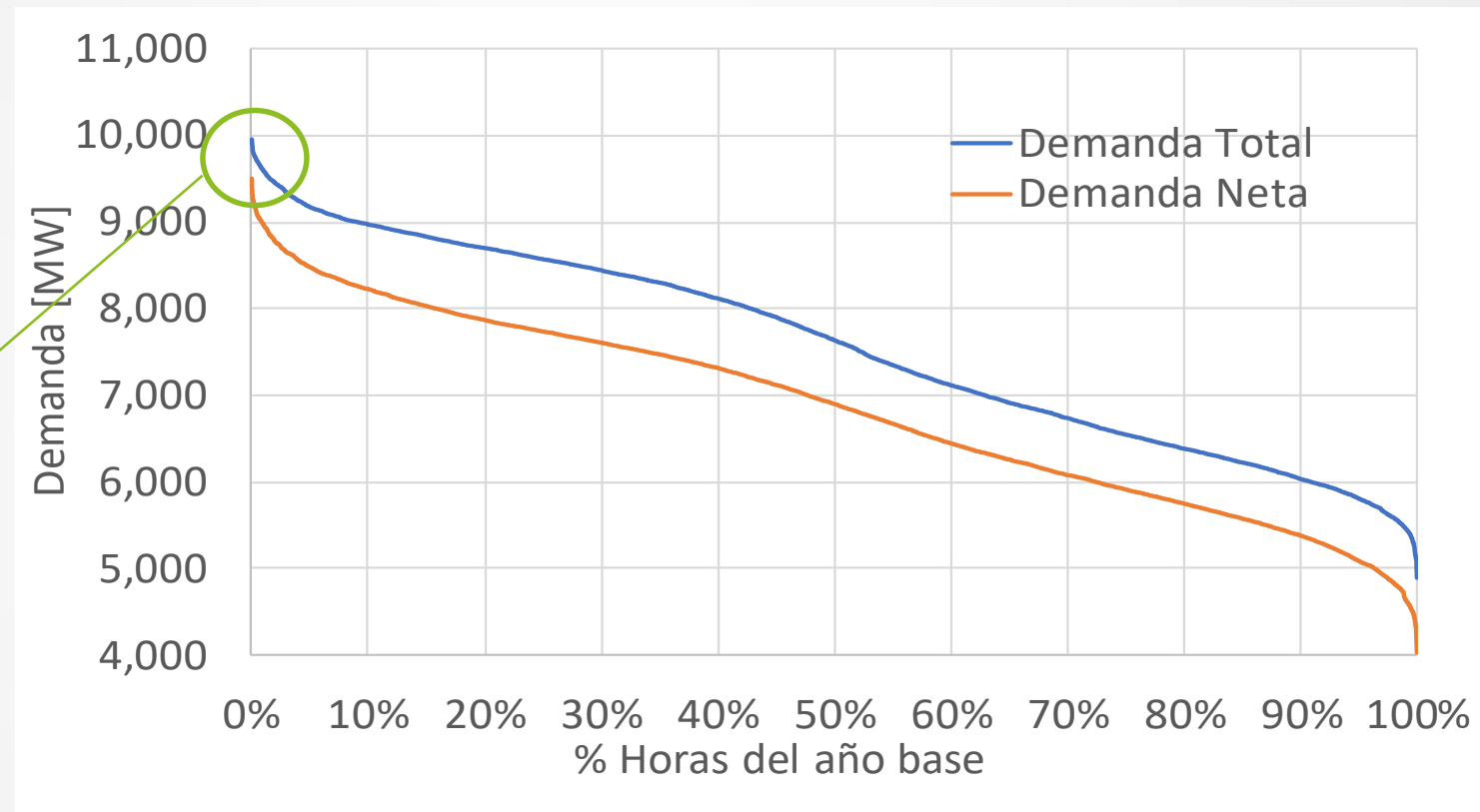


En este caso el pico de la demanda y la disponibilidad máxima de FRNC no coinciden por lo cual se necesita potencia proveniente de otras fuentes – Rampa de la demanda neta aumenta

Estimación generación total para 8 parques eólicos y uno fotovoltaico en GCM a partir de datos de viento y radiación solar – Se asume demanda SIN 2015

Variabilidad

Curva duración demanda y demanda neta (residual)



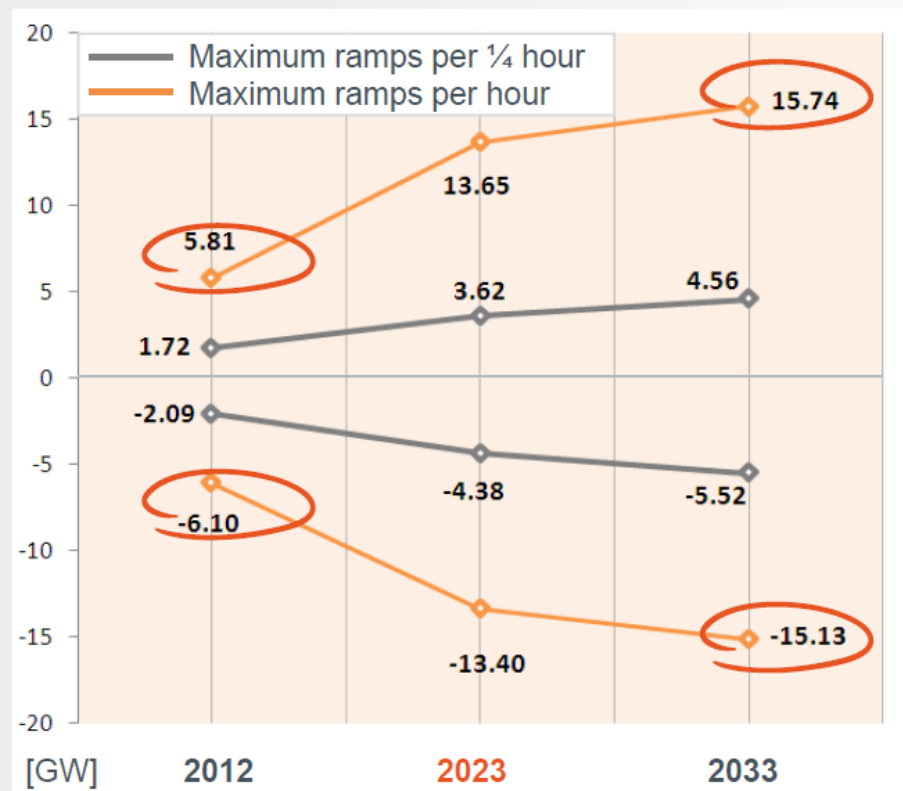
Se asume instalación de 1,3 GW de generación con FERNC – Reducción en pico de demanda neta no es igual capacidad adicional. En algunos lugares se habla de potencia firme

Ejemplo de estimación generación total para 8 parques eólicos y uno fotovoltaico en GCM a partir de datos de viento y radiación solar – Se asume demanda SIN 2015

Variabilidad

Incremento esperado en rampas - Sistema de 50 Hz Alemania

Valores totales variabilidad en sistema de 50 Hz para el año 2016



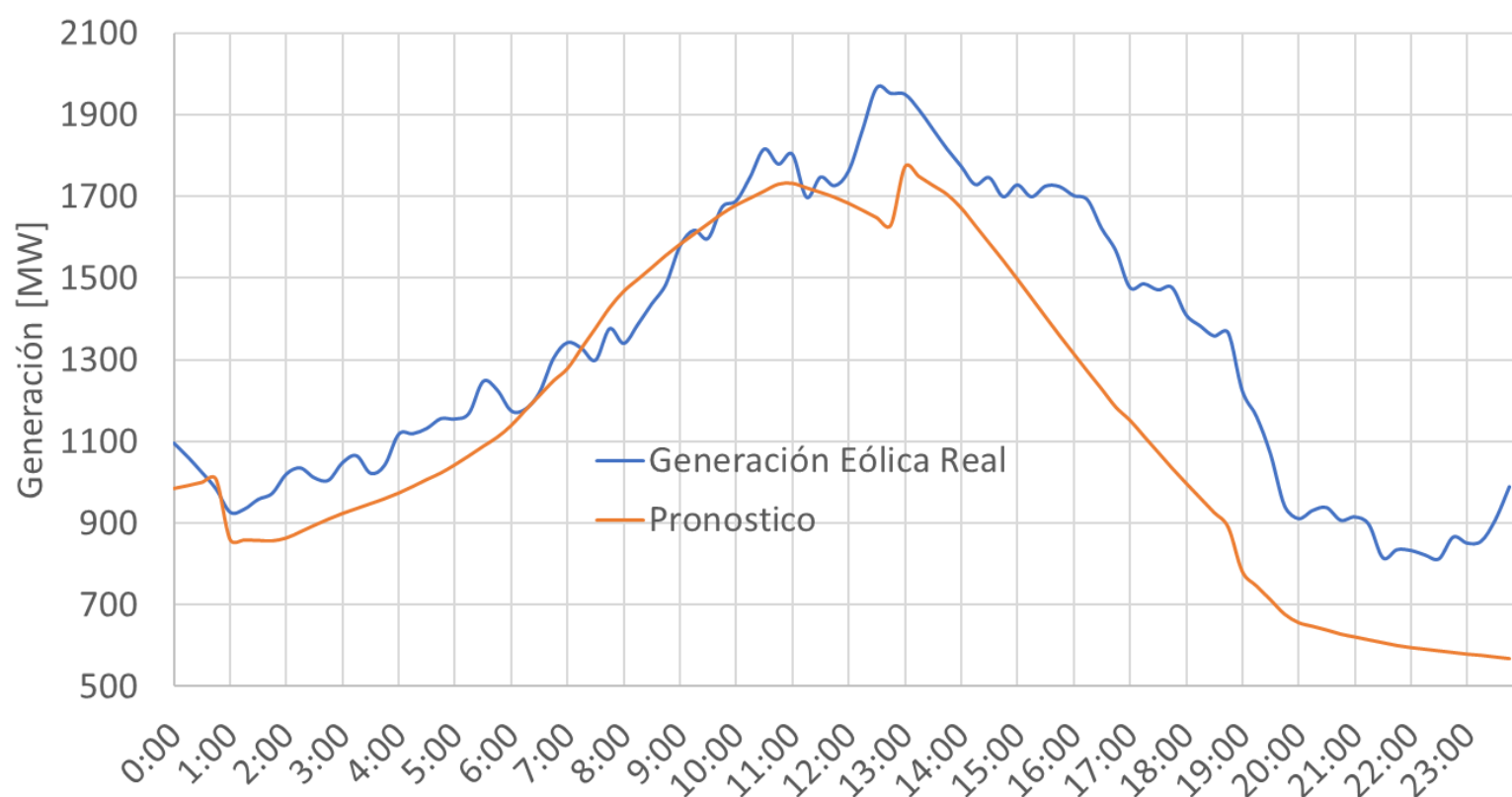
	Eólica		Fotovoltaica	
	MW	%	MW	%
Capacidad Instalada	17,129	100.0%	9,279	100.0%
Maxima generación	13,398	78.2%	6,576	70.9%
Mínima generación	25	0.1%	0	0.0%
Mayor incremento en 1 hora	3,107	18.1%	2,005	21.6%
Mayor reducción en 1 hora	-3,137	-18.3%	-1,642	-17.7%
Maxima variación en un día	8,382	48.9%	6,576	70.9%

Fuente: 50 Hz - Alemania

Incertidumbre

Errores de pronóstico

Generación eólica Irlanda 03/05/2018



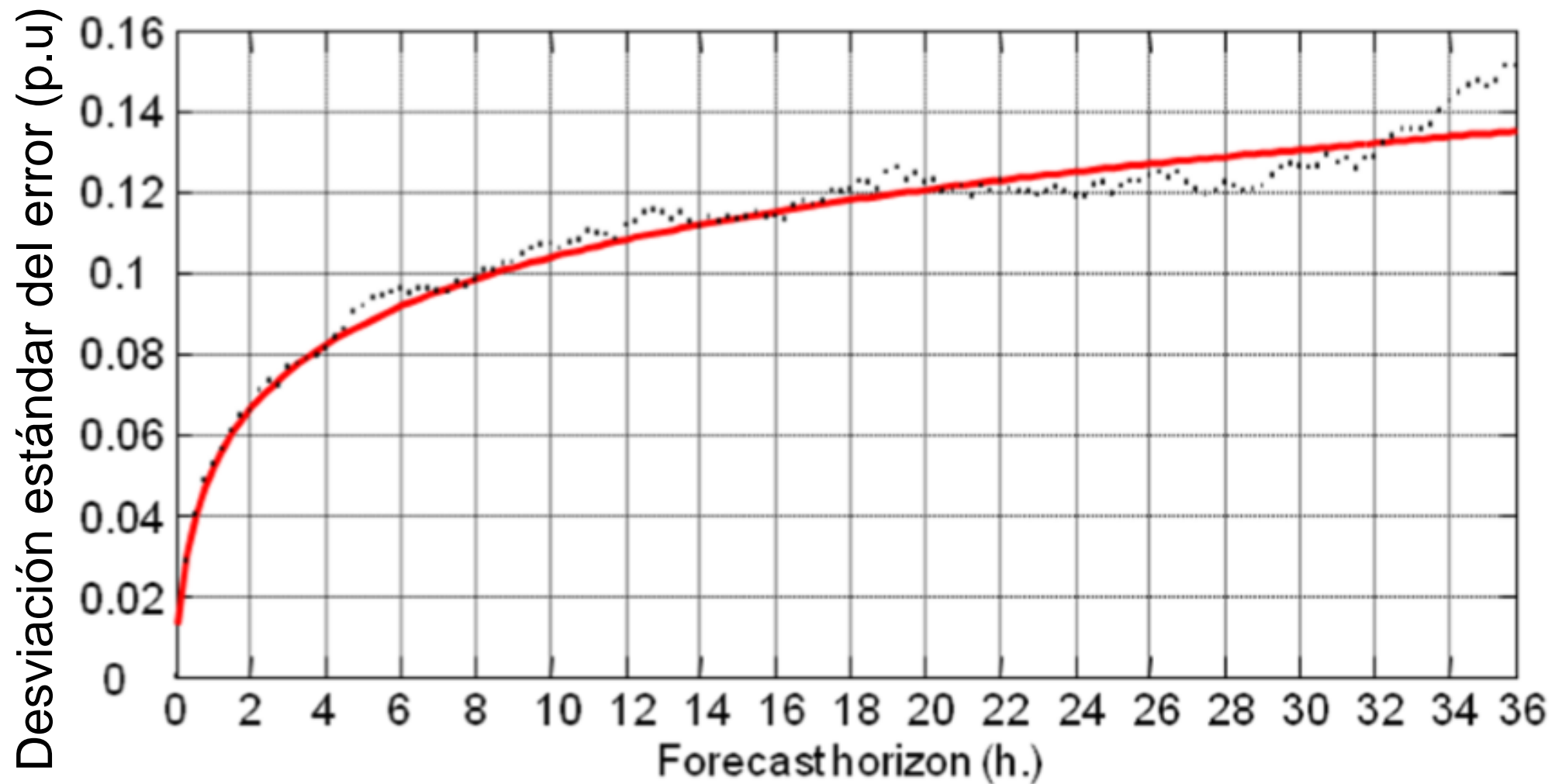
Fuente EirGrid

- No es posible predecir con total exactitud la generación con FERNC
- Entre mas cerca se esté del tiempo real mas acertado es el pronóstico (menos incertidumbre)
- En países con altas cuotas de generación con FERNC se manejan mercados y ajustes a los programas de operación mas cercanos al tiempo real
- En la operación se debe contar con reservas y sus correspondientes formas de activación adecuadas, para manejar desbalances no previstos en los ajustes finales al programa de despacho

Incertidumbre

Errores de pronóstico

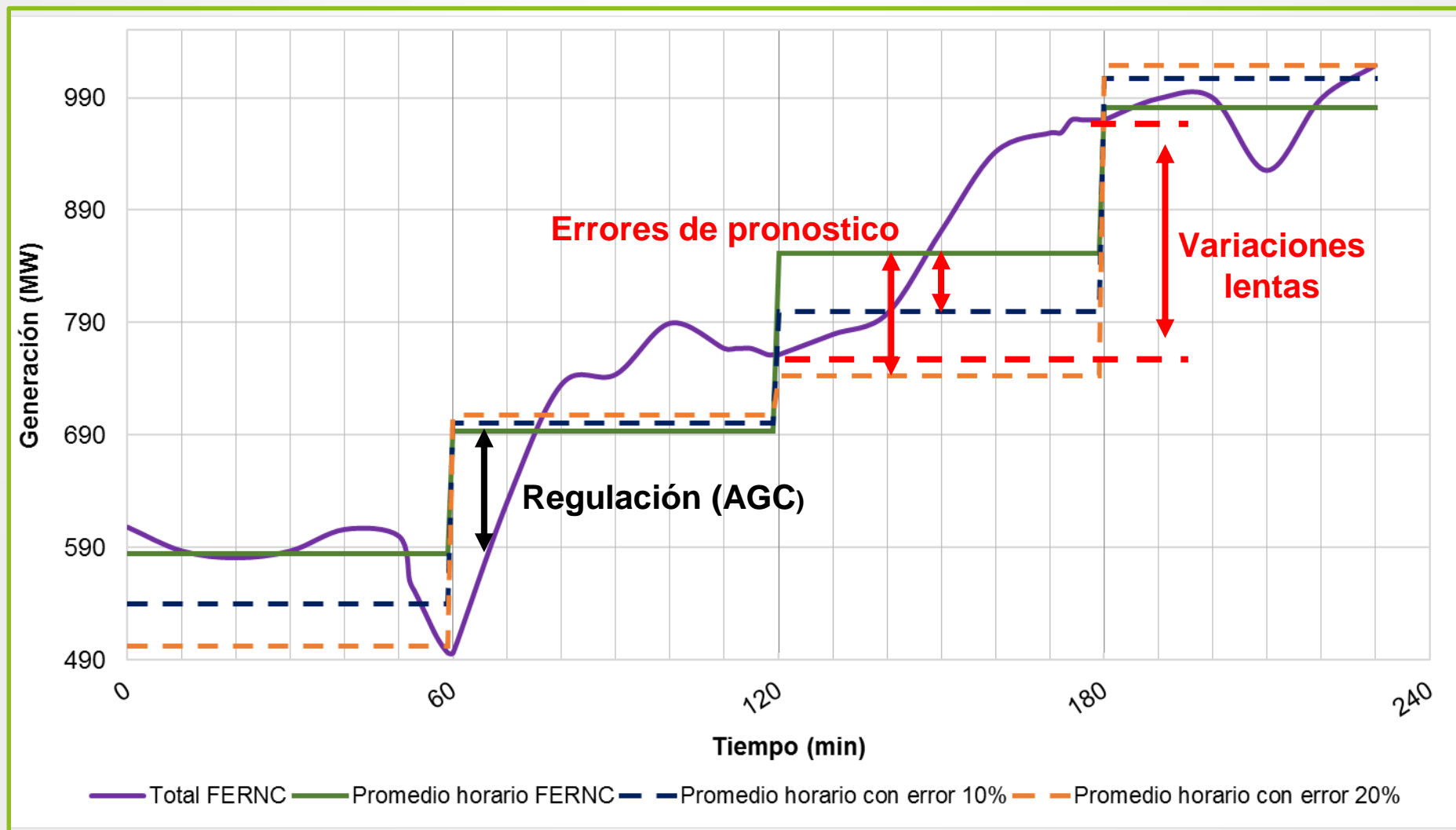
12 GW de capacidad instalada - eólica



Fuente: M. Gibescu, W.L Kling, B.C Ummels, E. Pelgrun, R.A van Offeren

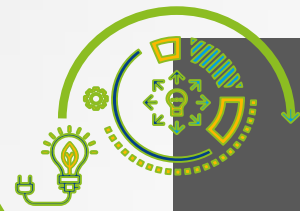
Manejo de la variabilidad y la incertidumbre - Reservas

Generación con FERNC dentro de un periodo de despacho
Balance de Generación

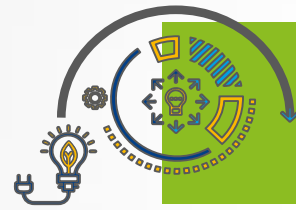


Manejo de la variabilidad y la incertidumbre - Flexibilidad

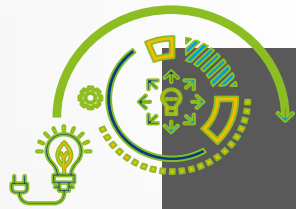
Flexibilidad: Capacidad del sistema para responder a un cambio en el balance demanda-generación en todas las escalas y horizontes de tiempo



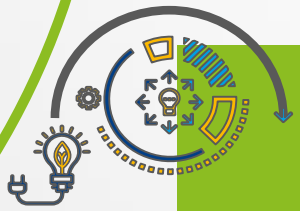
- Capacidad de generación instalada
- Capacidad de transmisión e interconexiones internacionales
- Capacidad almacenamiento de energía



- Disponibilidad estacional del recurso primario:
Coordinación combustible - electricidad

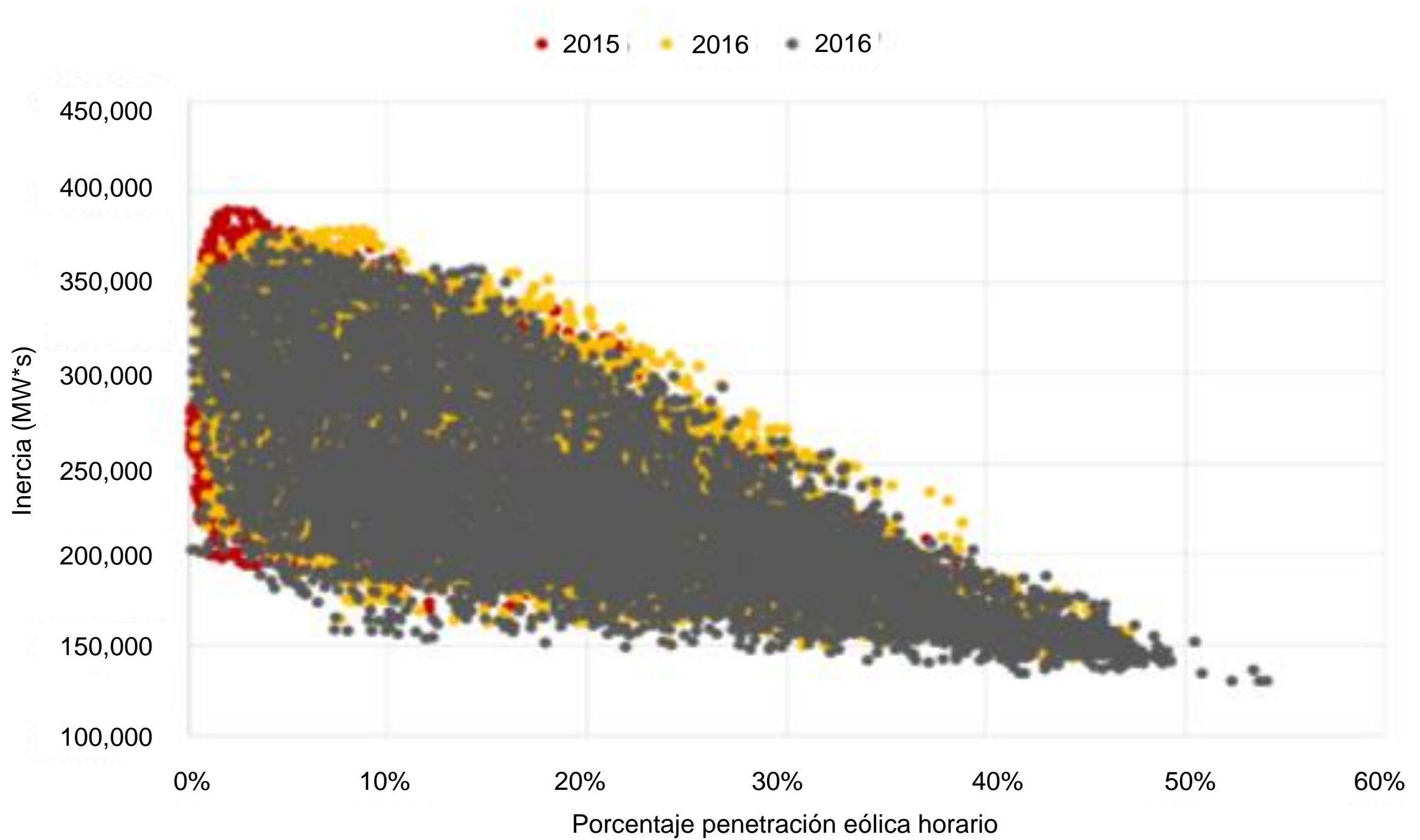


- Rampas intradiarias en la demanda neta
- Flexibilidad plantas convencionales: Tiempo arranque y parada, rampas, rangos operativos
- Disponibilidad recursos flexibles: almacenamiento y demanda



- Redespacho y autorizaciones
- Reserva: Terciarias, secundarias y primaria
- Inercia y EDAC

No Síncronas - INERCIA



Fuente: ERCOT

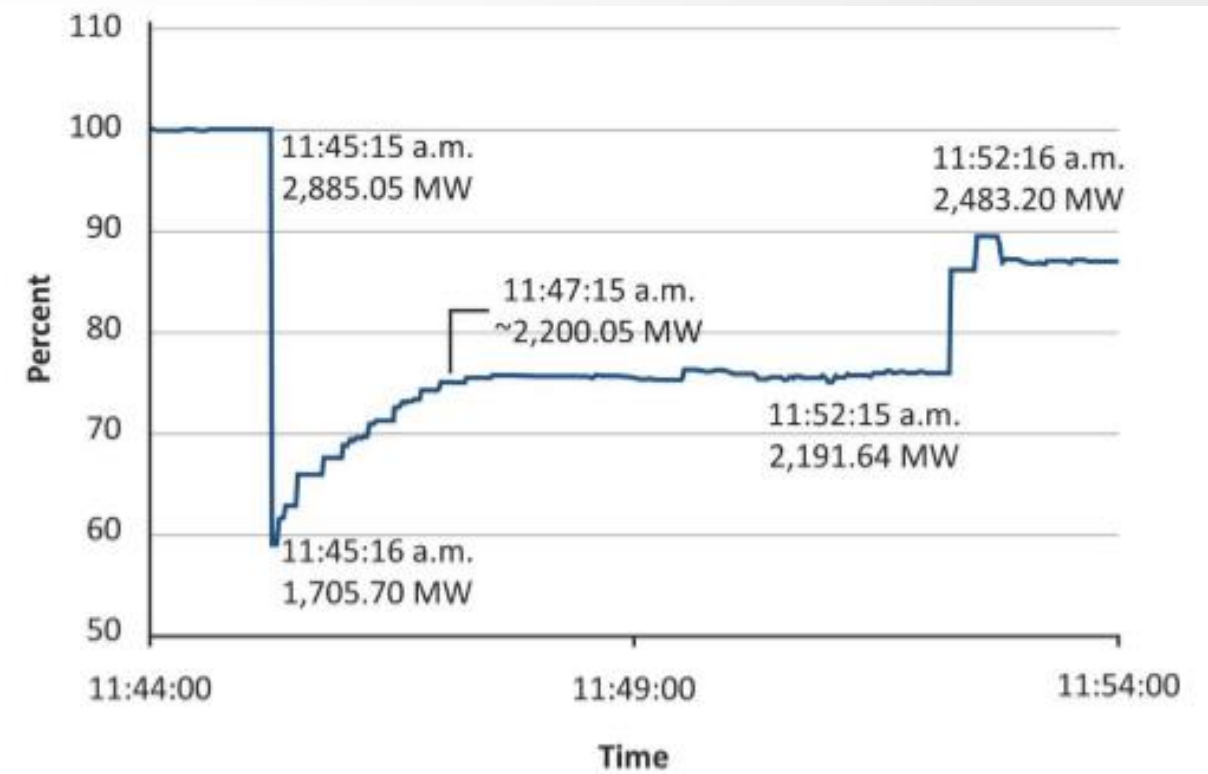
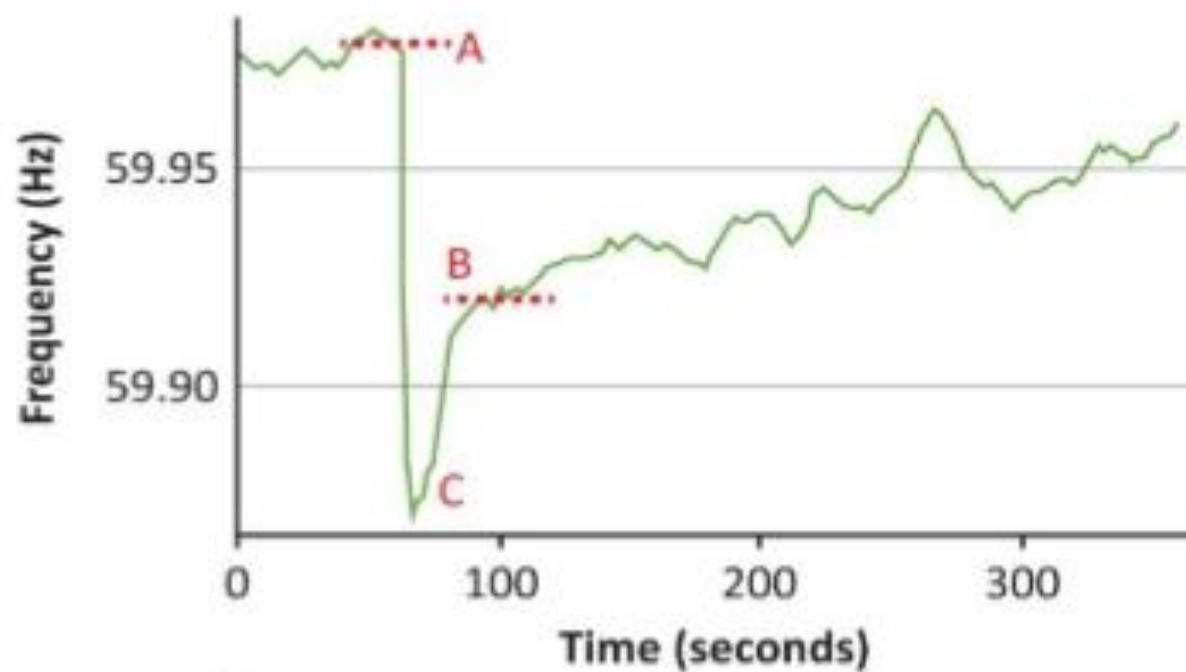
No Síncronas - Desconexión de PV

Evento Blue Cut

California 16 Agosto 2016

Incendio: Disparan 13 líneas de 500 kV y 2 de 287 kV

Perdida de 1200 MW de generación solar por disparo indeseado a causa de la falla



Desconexión instantánea a frecuencias superiores a 57Hz. Para solucionarlos le agregaron un retardo de 5 segundos al disparo para evitar desconexiones en transitorios

<https://www.nerc.com/pa/rrm/ea/Pages/1200-MW-Fault-Induced-Solar-Photovoltaic-Resource-Interruption-Disturbance-Report.aspx>

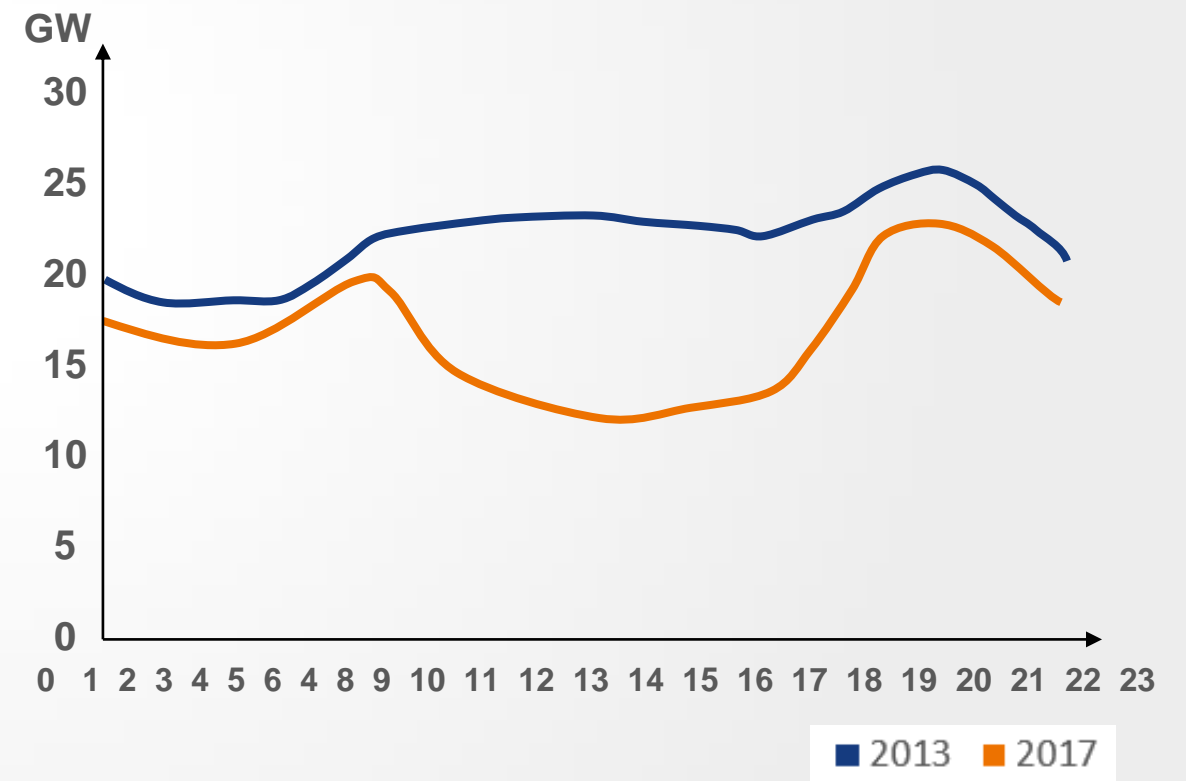
Recursos Energéticos Distribuidos

Cambios del sistema de CAISO 2013-2017



Fuente: CAISO - California PUC

Demanda Neta CAISO 2013-2017



Fuente: EIA

Buenas prácticas



Buenas practicas operativas



- Requisitos de conexión para FERNC
- Desarrollo de interconexiones internacionales
- Diversificación geográfica y tecnológica para las FERNC
- Estudios técnicos detallados de planeación de la operación: seguridad y flexibilidad

- Pronósticos de producción y demanda
- Monitoreo en tiempo real
- Recursos flexibles
- Programación de la generación más cercana al tiempo real y reducción de los intervalos de despacho

- Productos para aportar a la flexibilidad y reservas del sistema
- Intercambios entre sistemas vecinos

ENERGINET

UTE



California ISO

MISO

ercot

pjm

Fraunhofer

NREL
NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY

Vestas

ABB

ENERCON
ENERGIE FÜR DIE WELT

Códigos de red

Código de Conexión

- Requisitos de conexión generación
- Requisitos de conexión demanda
- Requisitos de conexión HVDC

Código de Operación

- Seguridad en la operación
- Programación de la operación y despacho
- Control de frecuencia y reservas
- Procedimientos de emergencia

Código de Mercado

- Reglas de mercado
- Manejo de conexiones
- Código de conexión HVDC

Código de Planeación

- Expansión generación
- Expansión transmisión

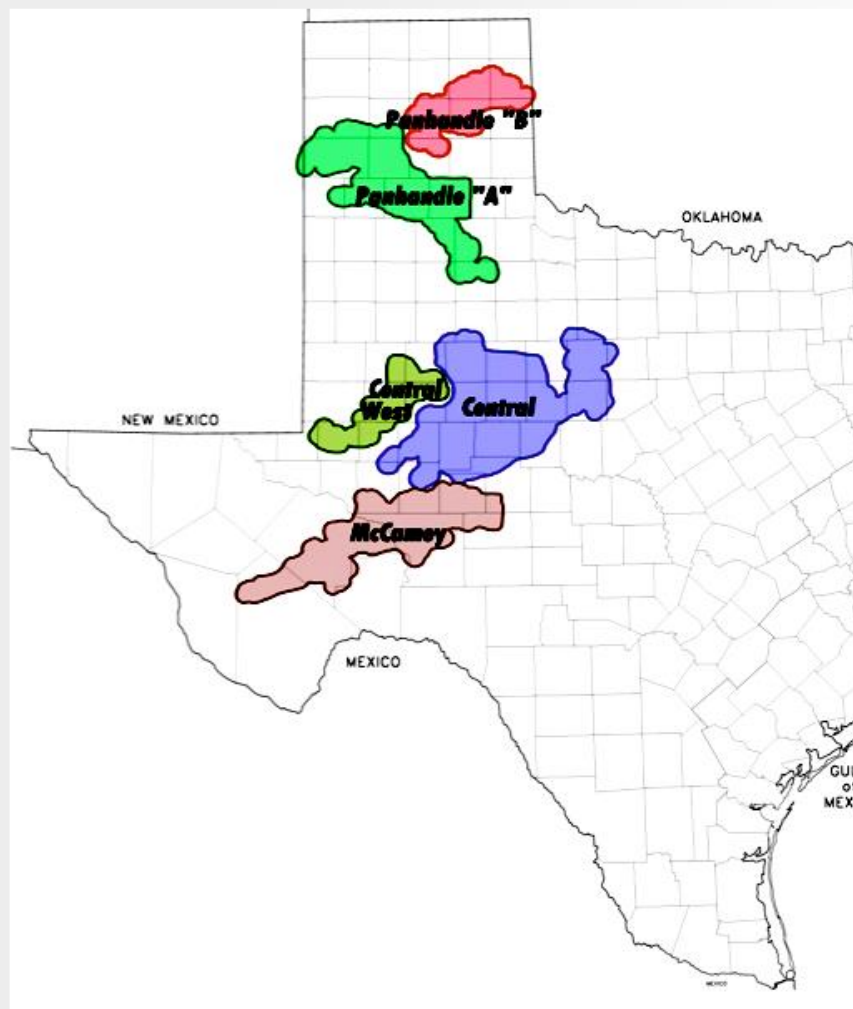
Resumen estructura Códigos de red ENTSO-E, basado en información IRENA

Productos para flexibilidad – Ejemplos USA

Operador	Reserva rodante	Reserva no rodante	Control automatico (AGC)	Servicios adicionales asociados a FERNC
ERCOT	Sensible a frecuencia	No Rodante	Regulación arriba/abajo	
CAISO	Rodante	No Rodante	Regulación arriba/abajo	Productos de rampas rápidas
MISO		Suplementaria		
ISO-NE	Sincronizada 10 minutos	10 minutos No Sincronizada - 30 minutos Operativa	Regulación	
NYISO	10 y 30 minutos	10 y 30 minutos No Sincronizada	Regulación	
PJM	Sincronizada 10 minutos	Primaria	Regulación	
SPP	Rodante	Suplementaria	Regulación arriba/abajo	

Coordinación Expansión Transmisión + generación – Ejemplos USA

CREZ (Competitive Renewable Energy Zones)- Texas – Un esfuerzo coordinado de todo el sector eléctrico



2005 - Orden política de identificar mejores zonas para aprovechamiento eólico

2006 - Identificación de las zonas con el mejor recurso eólico (ISO)

2007 - Estudio planeamiento transmisión (ISO-Regulador)

2008 - Aprobación del plan de transmisión para 18,5 GW y selección empresas transmisoras (Regulador)

2010 - Inicio construcción de proyectos (empresas transmisoras)

2014 - Finalización

Qué estamos haciendo?



Qué estamos haciendo?



Prototipos de pronóstico de generación variable

Objetivo:

Contar con prototipos de pronósticos de generación variable conectada al SIN, de tal forma que el CND se prepare para la integración

	Pronósticos Corto Plazo	Pronósticos Despacho	Pronósticos Redespacho	Pronósticos Tiempo Real
Horizonte	10 días	40 horas	40 horas	65 minutos
Resolución	1 hora	1 hora	1 hora	5 minutos
Frecuencia	1 semana	1 día	1 hora	5 minutos
XM	Estudios energéticos	Programar reservas	Programar reservas	Balance generación
Agentes		Disponibilidad recurso	Disponibilidad recurso	

Hitos:

- 🔧 Implementación de un sistema de pronóstico con proveedores internacionales y nacionales para 3 plantas de generación variable.
- 🔧 Desarrollo de metodologías propias de pronóstico.
- 🔧 Documentos con recomendaciones para la integración de fuentes variables al SIN.

Recursos Energéticos Distribuidos - DER

Objetivo:

Preparar los procesos de XM ante la incorporación de DER, desde la perspectiva tecnológica y de competencias para garantizar la confiabilidad, seguridad calidad y economía de la operación del SIN.

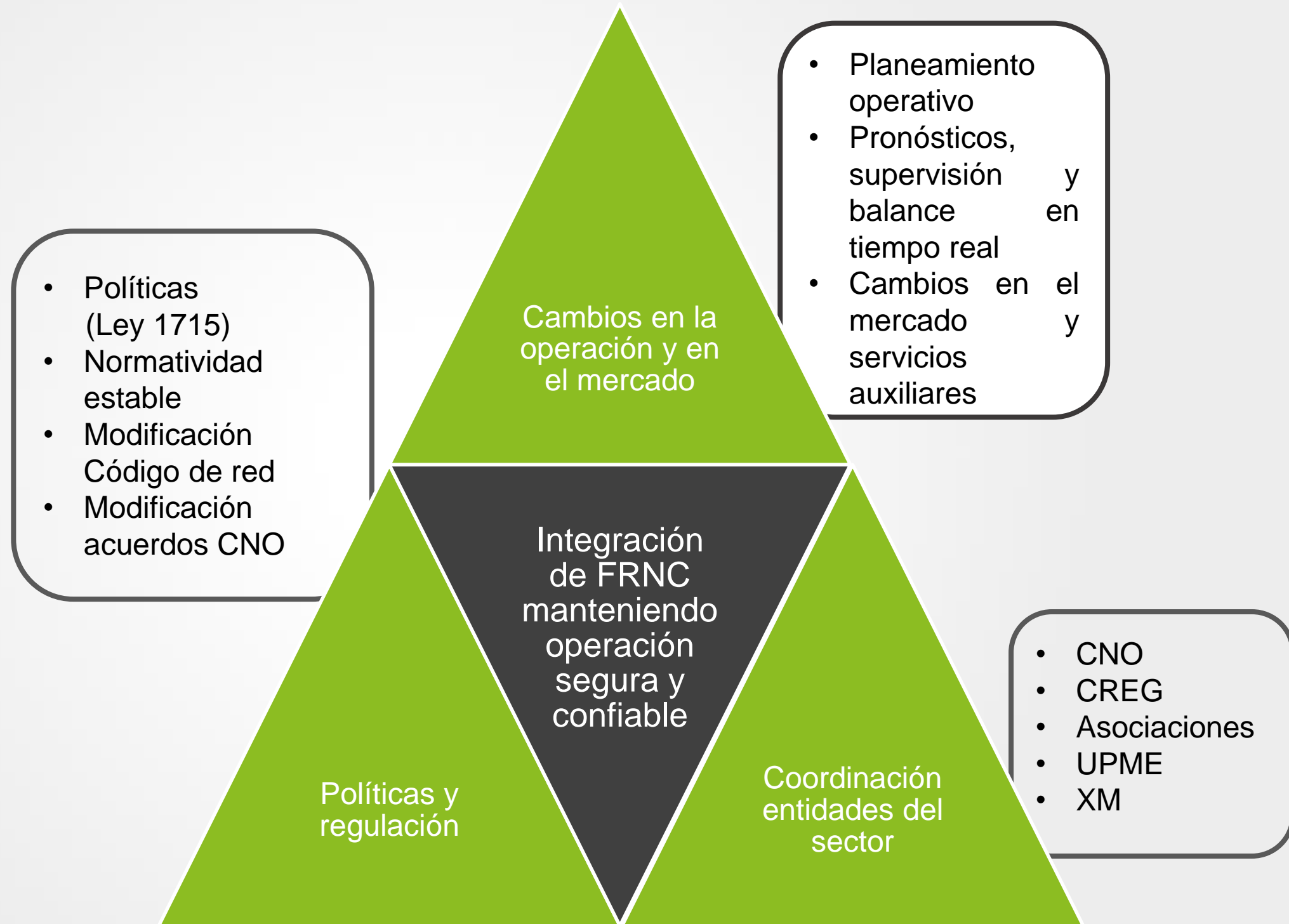
Hitos:

- Propuesta regulatoria integración de recursos energéticos distribuidos
- Capacitación y asesoría en DER
- Revisión y aplicación de las mejores practicas respecto a recursos energéticos distribuidos



El sector debe prepararse y estar coordinado para integrar la FERNC

En XM estamos cambiando, proponiendo modificaciones regulatorias, compartiendo experiencias operativas con lideres a nivel mundial e innovando para integrar de una forma segura y confiable las FERNC





1^{ER} SEMINARIO IBEROAMERICANO CIGRÉ - SIAC 2018

Nuevos horizontes del sector eléctrico
y retos para Colombia